关于市政道路桥梁工程伸缩缝施工技术的研究

李成 童雪松

湖北盛世博通建设工程有限公司, 湖北 当阳 444100

摘要: 伸缩缝作为市政道路桥梁结构的重要组成部分,其性能和施工质量对桥梁的整体性能、使用寿命以及行车的安全性和舒适性有着显著影响。深入分析市政道路桥梁工程中伸缩缝的类型,并系统研究伸缩缝施工技术的应用,具有重要的理论和实践意义。本文将对伸缩缝的类型进行详细分析,并对施工技术的各个环节进行探讨,以期对市政道路桥梁工程的设计和施工提供参考。

关键词: 市政道路桥梁工程; 伸缩缝; 施工技术

一、伸缩缝的定义与作用

市政道路桥梁工程中的伸缩缝是连接桥梁主体结构与其他附属设施之间的特殊构造单元,其本质是一种可动态调节的柔性过渡装置。在桥梁全寿命周期中,由于环境温度波动、混凝土自身收缩徐变、车辆动态荷载以及地基不均匀沉降等因素的综合作用,桥梁结构会不可避免地发生纵向或横向的位移形变。伸缩缝的设计与施工,正是为了通过科学的结构形式与材料选择,实现对这些位移量的主动适应与合理消纳,从而保障桥梁结构的整体安全性与功能完整性^[1]。

从功能实现的角度看,伸缩缝的作用并非局限于简单的物理间隙填充,而是通过多维度协同机制完成复杂环境下的功能性响应。其核心作用在于通过弹性变形与滑动位移的耦合作用,吸收并释放桥梁因热胀冷缩产生的长度变化,对延长道路使用寿命及改善城市交通环境具有积极意义。

二、市政道路桥梁工程中伸缩缝类型分析

(一) 钢板式伸缩缝

钢板式伸缩缝作为传统桥梁工程中应用最为广泛的结构形式之一,其核心构造由多块高强度钢板通过螺栓或焊接方式连接而成,形

成可滑动的层叠式机械装置。钢板的厚度与叠合层数通常根据桥梁设计位移量及荷载等级进行定制化设计,以满足不同跨径桥梁的需求。此类伸缩缝的力学性能主要依赖于钢材的高抗拉强度与抗疲劳特性,能够在频繁的车辆冲击下保持稳定的位移补偿能力。然而,钢板式伸缩缝在长期使用中易因摩擦副磨损产生间隙扩大问题,导致行车噪音显著增加,且接缝处积尘难以彻底清理,可能影响伸缩功能的正常发挥。因此,其在城市高架桥或对降噪要求较高的区域应用受到一定限制,更多适用于重载交通干线或对耐久性要求严苛的大型桥梁工程^[2]。

(二) 板式橡胶伸缩缝

板式橡胶伸缩缝以橡胶材料的弹性变形为基础,通过内部嵌入的钢板或纤维增强层提升整体刚度,形成兼具柔性与承载力的复合结构。橡胶主体通常选用氯丁橡胶或天然橡胶,经过硫化工艺形成稳定的三维交联网络结构,使其在-40℃至80℃的温度范围内仍能保持优异的弹性恢复性能。此类伸缩缝的安装过程无需复杂机械连接,可直接通过预埋锚栓与桥面结构固定,施工效率较高。但橡胶材料在紫外线长期照射及氧化作用下易发生硬化、龟裂,尤其在温差剧烈或空气污染严重的区域,老化速率会进一步加快,导致密封性能下降。因此,

板式橡胶伸缩缝多用于中小跨径桥梁或伸缩量需求较小的接缝位置,且需定期更换密封条以维持功能完整性^[3]。

(三) 填塞式伸缩缝

填塞式伸缩缝采用沥青、聚氨酯或硅酮等高分子材料直接灌注于接缝间隙内,通过材料的黏弹特性实现位移适应与密封防水双重功能。其最大优势在于施工工艺简单,无需预埋复杂构件,仅需对接缝进行清洁处理后即可进行填充作业,特别适用于既有桥梁的快速维修或伸缩量较小的桥台过渡段。然而,此类伸缩缝的位移补偿能力受限于材料的屈服强度与延展性,当桥梁发生较大温度变形或地基沉降时,填塞体易出现开裂或挤出失效,且难以承受重载车辆的反复碾压。因此,填塞式伸缩缝通常作为临时性修复措施或用于人行桥、低等级公路桥等对性能要求较低的场合^[4]。

(四) 模数支承类伸缩缝

模数支承类伸缩缝代表了现代桥梁工程中针对大位移需求的高端解决方案,其结构由多个独立模数单元通过异型钢梁串联组成,每个单元内嵌橡胶止水带并配备专用支承系统。此类设计允许通过增减模数单元数量灵活调整伸缩缝的总补偿量,最大位移能力可达数百毫米,特别适用于多跨连续梁桥或斜拉桥等复杂结构。但模数支承类伸缩缝对安装精度要求极为严苛,需确保各模数单元间的平行度与高程误差控制在毫米级范围内,否则可能引发局部应力超限或密封失效。此外,其高昂的制造成本与后期维护复杂度也限制了其在普通市政桥梁中的普及应用。

(五) 无缝类伸缩缝

无缝类伸缩缝通过采用高弹性改性沥青混合料或聚合物基复合材料,在接缝区域形成连续无缝的铺装层,彻底消除了传统伸缩缝的机械构造间隙。此类技术利用材料的黏弹性与自愈合特性,使铺装层能够随桥梁结构的微小

位移发生均匀变形而不产生裂缝,从而实现真正的“无缝”过渡。然而,无缝类伸缩缝的性能高度依赖材料的配方设计与施工工艺控制,需确保混合料在高温下的抗车辙性与低温下的抗裂性达到平衡,同时基层处理需彻底清除浮浆并涂布专用界面剂以增强黏结强度。目前,该技术多用于城市景观桥梁或对行车平顺性要求极高的快速路工程,但其在大位移补偿与极端环境适应性方面仍存在技术瓶颈^[5]。

三、市政道路桥梁项目伸缩缝施工技术的应用

(一) 项目施工前各项准备工作

在进行市政道路桥梁项目伸缩缝施工前,各项准备工作至关重要。首先,施工人员需要对施工图纸进行详细的审查和熟悉,确保对桥梁伸缩缝的施工要求、位置、尺寸等信息有清晰的认识。同时,还需要对施工现场进行实地勘察,了解地形地貌、交通状况及周边环境,以便制定合理的施工方案和措施。在准备施工材料方面,施工人员需确保伸缩缝材料的质量符合设计要求,包括钢材、橡胶、混凝土等关键材料。此外,还需准备好施工所需的机械设备和工具,如起重机、切割机、焊接机等,并确保其处于良好的工作状态。为了保障施工过程的顺利进行,施工人员还需制定详细的施工计划和时间表,明确各阶段的任务分工和完成时间。同时,还需组织施工人员进行技术交底和安全培训,提高他们的技术水平和安全意识。

(二) 切缝施工技术

在进行切缝施工前,施工人员需根据施工图纸和现场实际情况,确定切缝的位置、深度和宽度。为确保切缝的准确性和平整度,通常使用专业的切割机进行操作。在切割过程中,施工人员需密切关注切割机的运行状态和切割效果,及时调整切割参数,如切割速度、切割深度等。同时,还需注意保护周边环境和设备,避免切割过程中产生的火花和碎片对人员

和财产造成损害。

完成切割后,施工人员需对切缝进行清理,去除切割产生的碎片和杂质,确保切缝的整洁和平整。此外,还需对切缝进行必要的检查和测量,确保切缝的尺寸和位置符合设计要求。切缝施工技术的优劣直接影响到伸缩缝的质量和性能,因此,施工人员需严格按照施工图纸和操作规程进行操作,确保切缝施工技术的准确性和可靠性。

(三) 伸缩缝开槽施工

在进行伸缩缝开槽施工前,施工人员需确保切缝施工已完成,并符合设计要求。随后,根据施工图纸和现场实际情况,确定开槽的位置和尺寸。为确保开槽的准确性和平整度,通常使用专业的开槽设备进行操作。

在开槽过程中,施工人员需密切关注开槽设备的运行状态和开槽效果,及时调整开槽参数,如开槽深度、开槽宽度等。同时,还需注意保护周边环境和设备,避免开槽过程中产生的噪音和粉尘对人员和财产造成损害。

完成开槽后,施工人员需对开槽部位进行清理,去除开槽产生的碎屑和杂质,确保开槽部位的整洁和平整。此外,还需对开槽部位进行必要的检查和测量,确保开槽的尺寸和位置符合设计要求。开槽施工技术的优劣直接影响到伸缩缝的安装质量和性能,因此,施工人员需严格按照施工图纸和操作规程进行操作,确保开槽施工技术的准确性和可靠性。

(四) 有效校验钢板直度

在进行伸缩缝安装之前,钢板直度的校验是至关重要的一步。施工人员需使用专业的测量工具,如水平尺、游标卡尺等,对钢板进行精确的测量和校验。校验过程中,需确保钢板无扭曲、无变形,且其直度符合设计要求。对于存在误差的钢板,需及时进行调整或更换,以确保伸缩缝的安装质量和性能。此外,施工人员还需注意钢板的表面质量,确保其无锈蚀、

无污染,以保证伸缩缝的使用寿命和耐久性。

(五) 伸缩装置安装

伸缩装置的安装是市政道路桥梁工程中伸缩缝施工技术的关键环节。在安装伸缩装置前,施工人员需再次对开槽部位进行检查,确保无杂物、无积水,且开槽的尺寸和位置与设计图纸完全吻合。安装过程中,需严格按照施工图纸和操作规程进行操作,确保伸缩装置的准确性和可靠性。同时,还需注意伸缩装置与周围结构的协调性,避免在安装过程中产生过大的应力或变形,影响伸缩缝的使用效果和安全性。安装完成后,需对伸缩装置进行全面的检查和测试,确保其能够正常工作,满足设计要求。

(六) 混凝土浇筑及施工养护

在伸缩装置安装完成后,接下来的重要步骤是混凝土浇筑及施工养护。在进行混凝土浇筑前,需确保伸缩缝周围的清洁和干燥,避免杂质和水分对混凝土质量造成影响。混凝土的选择应根据市政道路桥梁工程的具体要求和设计标准来确定,确保其强度和耐久性满足使用需求。浇筑过程中,需均匀、连续地进行,避免混凝土出现空洞、气泡等缺陷。浇筑完成后,还需进行充分的振捣,以提高混凝土的密实度和强度。施工养护是确保混凝土质量的关键环节。在浇筑完成后,需对混凝土进行保湿、防晒、防风等措施,避免其过快干燥或受到外界环境的不良影响。养护期间,还需定期检查混凝土的硬化情况,确保其正常发展。

四、市政道路桥梁伸缩缝施工质量控制措施

(一) 材料质量控制

市政道路桥梁伸缩缝的服役性能与材料品质直接相关,因此需建立从采购到使用的全链条质量管控体系。在原材料采购阶段,需优先选择具备国家认证资质的供应商,对橡胶密封条、异型钢、锚固螺栓等核心材料的生产工

艺与性能参数进行源头审查。橡胶材料的物理性能检测需涵盖硬度、拉伸强度、压缩永久变形及耐老化性等指标，异型钢则需通过金相分析验证其抗拉强度与韧性。对于高分子密封胶等辅助材料，需模拟实际工况进行耐高低温循环试验与紫外线加速老化测试，确保其在极端环境下的黏结性与延展性。材料进场后需分类存放于恒温恒湿仓库，避免橡胶制品受阳光直射或油污污染，钢材类构件则需采用防潮垫木隔离地面，防止锈蚀。

（二）工艺标准化管理

施工工艺的标准化是保障伸缩缝功能实现的核心路径，需通过技术交底、过程监督与工序验收形成闭环管理。在施工方案编制阶段，需结合桥梁结构特点与伸缩缝类型，明确切缝深度、开槽尺寸、焊接参数等关键工艺指标，并制定针对性的应急预案。例如，针对模数支承类伸缩缝的安装，需规定模数单元对中误差范围与螺栓拧紧顺序；对于无缝类伸缩缝，则需细化沥青混合料的摊铺温度与压实遍数。施工过程中推行“样板先行”制度，通过首段施工验证工艺可行性，并组织技术人员与班组人员进行标准化操作培训。

（三）施工过程动态监测

伸缩缝施工的精度控制依赖全周期的动态监测技术，需通过数字化手段实现质量风险的可视化预警。在预埋件定位阶段，采用全站仪与激光跟踪仪对锚固钢板的空间坐标进行实时采集，数据偏差超过允许范围时自动触发报警系统。焊接作业中引入红外热成像技术，

监测焊缝区域的温度分布，防止因局部过热导致的钢材晶格畸变。混凝土浇筑期间，通过埋入式应变传感器监测收缩应力变化，结合无线传输技术将数据同步至管理平台，为养护周期调整提供依据。

（四）隐蔽工程验收

伸缩缝施工中存在大量隐蔽工程节点，其质量缺陷往往在后期运营中才逐步显现，因此需强化过程留痕与多方验证机制。开槽深度与槽底平整度验收需采用探地雷达进行无损检测，对比设计图纸生成三维地质剖面图，精准识别混凝土剥离或空洞缺陷。锚筋焊接质量需通过超声波探伤仪检测焊缝内部气孔与未熔合区域，并对焊接接头的抗拉强度进行抽样破坏性试验。防水构造验收需进行模拟降雨试验，在伸缩缝上方设置喷淋装置并持续加压注水，观察桥墩支座区域是否出现渗漏迹象。所有隐蔽工程验收过程需采用高清影像设备全程记录，关键节点数据上传至区块链存证平台，实现质量责任的不可篡改追溯。

结语

市政道路桥梁工程伸缩缝施工技术是保障桥梁结构稳定和行车安全的关键。不同类型的伸缩缝各有特点和适用范围，施工单位需根据桥梁实际情况合理选择。在施工过程中，从前期准备到各个施工环节，都需要严格按照施工图纸和规范操作，确保每一个步骤的准确性和可靠性。精细的施工技术不仅能提高伸缩缝的性能和质量，延长其使用寿命，还能提升整个市政道路桥梁工程的安全性和可靠性。

参考文献

- [1]董旭. 道路桥梁工程中的伸缩缝施工技术分析[J]. 居舍, 2020(14): 35.
- [2]张广库. 市政道路桥梁工程伸缩缝施工质量技术的控制研究[J]. 建材与装饰, 2020(6): 247-248.
- [3]余炽圣. 新时期市政道路桥梁工程伸缩缝施工技术应用分析[J]. 建筑与装饰, 2025(2): 108-110.

- [4]段伟伟. 市政道路桥梁工程伸缩缝施工技术[J]. 建材与装饰, 2024 (31): 157-159.
- [5]陈火祥. 市政道路桥梁工程的施工管理及施工探究[J]. 中国住宅设施, 2020 (12): 108-109.

作者简介: 李成 (1971.3-), 男, 本科, 专业建筑工程, 职称副高级工程师;
童雪松 (1988.9-), 男, 本科, 专业建筑施工, 职称中级工程师